



O Uso de Tecnologias eHealth Integradas a IoT como Possibilidade para Aplicação em Ambientes Educacionais: uma revisão sistemática de literatura

Denis Pohlmann Gonçalves - PPGTER/UFSM, denis.pohlmann@gmail.com
Roseclea Duarte Medina - PPGTER/UFSM, roseclea.medina@gmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão sistemática de literatura (RSL) de trabalhos que integram as temáticas de Saúde Eletrônica (*eHealth*) com a Internet das Coisas (IoT), direcionados para o monitoramento da frequência cardíaca de seres humanos. Tal estudo visa conhecer as características dos trabalhos, como as formas de desenvolvimento, materiais utilizados e avaliações, afim de identificar as possibilidades de aplicação em ambiente de ensino. Para a metodologia, foi utilizado o protocolo de RSL consolidado por Kitchenham (2004), realizando a triagem dos estudos com base nos elementos de pesquisa descritos neste trabalho. Como resultado, das 130 publicações acerca do tema, apenas 29 resultaram após as etapas de seleção, dentre as quais pode-se constatar na sua maioria desenvolvimento de soluções. Na questão da avaliação, cerca de 77% foram realizadas em seres humanos e 43% dos trabalhos não foram avaliados. Concluiu-se que na maioria dos estudos, as tecnologias desenvolvidas tiveram o objetivo de atender demandas de monitoramento da frequência cardíaca e eletrocardiografia (ECG), propondo sistemas de baixo custo e de usabilidade diária, fora do ambiente clínico ou hospitalar, possibilitando que estas tecnologias sejam utilizadas em ambiente de ensino, como em aulas de educação física.

Palavras-chave: Saúde Eletrônica, Internet das Coisas, Frequência Cardíaca, Ambiente de ensino.

The Use of eHealth Technologies Integrated with IoT as Possibility for Application in Educational Environments: a systematic literature review

Abstract: This paper aims to present a systematic literature review (RSL) of works that integrate the themes of Electronic Health (*eHealth*) with the Internet of Things (IoT), aimed at monitoring the heart rate of human beings. Such study aims to know the characteristics of the works, such as the forms of development, materials used and assessments, in order to identify the possibilities of application in the teaching environment. For the methodology, the RSL protocol consolidated by Kitchenham (2004) was used, screening the studies based on the research elements described in this work. As a result, of the 130 publications on the subject, only 29 resulted after the selection stages, among which it can be seen that most of them developed solutions. Regarding the evaluation, about 77% were performed on human beings and 43% of the studies were not evaluated. It was concluded that in most studies, the technologies developed had the objective of meeting demands for heart rate monitoring and electrocardiography (ECG), proposing low-cost and daily usability systems, outside the clinical or hospital environment, allowing these technologies be used in a teaching environment, as in physical education classes.

Keywords: Ehealth, Internet of Things, Heart Rate, Teaching environment.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, as doenças cardiovasculares trazem uma grave preocupação para a saúde, estando diretamente ligadas em mais de 17 milhões de mortes a cada ano no mundo (STEVENS et al., 2019). Muitas dessas doenças requerem cuidados específicos e



tratamentos contínuos com o paciente, trazendo um impacto financeiro significativo. Stevens et al. (2019), apresenta em estudo recente, que no Brasil, apenas quatro das principais doenças cardíacas - infarto do miocárdio, hipertensão arterial, insuficiência cardíaca e fibrilação arterial - trouxeram um custo financeiro aproximado de 56,2 bilhões de reais no ano de 2015. Logo, monitorar os sinais vitais de um paciente de forma contínua em sua rotina diária poderia ajudar a diminuir o risco de mortes e o impacto financeiro no setor da saúde.

Neste sentido, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) pode oferecer recursos variados para este desafio, por meio do paradigma da *eHealth*, um campo emergente na interseção da informática na medicina, referindo-se aos serviços de saúde ou telemedicina e suas informações que são armazenadas ou utilizam meios eletrônicos (Eysenbach, 2001). A IoT e suas tecnologias, podem ser combinadas com a *eHealth* e outras áreas da saúde, trazendo um grande potencial de versatilidade, escalabilidade, comunicação e usabilidade para os dispositivos de saúde. De acordo com Guillén et al. (2017), a IoT tem contribuído consideravelmente na evolução de tecnologias da telemedicina, em especial, na melhoria de protocolos, arquiteturas e interfaces, objetivando o monitoramento em tempo real e a transmissão de dados.

Diante disso, pensando em ambientes de ensino e especialmente nas aulas de educação física, há a possibilidade de utilizar tais tecnologias para acompanhar o condicionamento físico de alunos enquanto praticam atividades físicas. Corroborando com esta ideia, em estudo recente de Miotto e Scolari (2020), foi desenvolvido uma solução para coleta dos sinais cardíacos de atletas, afim de contribuir com pesquisas na área de engenharia biomédica com foco em morte súbita cardíaca durante a prática esportiva. Este trabalho mostra a viabilidade e importância do monitoramento cardíaco para detectar possíveis doenças cardíacas, cenário que poderia ser adaptado para ambiente escolar.

Com base nesse contexto, o presente estudo tem um questionamento central: quais são os trabalhos que foram ou estão sendo desenvolvidos integrando as temáticas de *eHealth* e IoT direcionadas para mensurar ou analisar a frequência cardíaca em seres humanos? Assim, esta pesquisa de revisão sistemática de literatura tem como objetivo conhecer as tecnologias empregadas, modos de utilização, aplicações e possíveis avaliações, para desse modo identificar as possibilidades de aplicação em ambiente de ensino. O artigo é composto pela metodologia na seção dois, que descreve brevemente o método escolhido para alcançar o objetivo. Na seção três são apresentados os resultados e suas discussões, seguidos das considerações finais na seção quatro.

2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos desta pesquisa, a metodologia utilizada foi uma revisão sistemática de literatura, que consiste em um processo sistêmico de investigação sobre trabalhos publicados em bases de literatura acadêmica. Como fator norteador, foram empregados padrões, diretrizes e processos afim de tornar a revisão mais holística, buscando qualidade na obtenção das informações conforme protocolo definido por (KITCHENHAM, 2004).

A aplicação do protocolo de RSL escolhido teve início na definição de alguns elementos, apresentados nas subseções 2.1 e 2.2, como as questões de pesquisa, itens dos dados, palavras-chave, *string* de busca, fontes de publicações e critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos. Por fim, são aplicados esses elementos nas etapas de seleção para a obtenção dos trabalhos desejados.



2.1 Questões de Pesquisa

A definição das questões de pesquisa é indicada como um dos elementos essenciais para a construção de uma RSL, pois delimita a busca com objetivo de apoiar o pesquisador a selecionar os trabalhos relevantes (KITCHENHAM, 2007). Desse modo, alguns questionamentos (Q) foram elencados afim de obter resposta no decorrer deste estudo, sendo:

Q1: Que soluções *eHealth*, aliadas a IoT tem sido, já foram propostas ou desenvolvidas com o objetivo de aferir a frequência cardíaca ou detectar anomalias cardíacas?

Q2: Quais as tecnologias de *hardware* e *software* foram empregadas nessas soluções?

Q3: De que forma essas soluções estão sendo avaliadas?

Em seguida, é esperado obter algumas informações na extração das respostas de tais questões, elementos conhecidos como itens dos dados ou *data items*, definidos e apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Itens dos dados

Q	Data Items	Respostas esperadas
1	Estudo de caso	Análise de soluções ou propostas ou estudos comparativos
	Proposta de tecnologia	Arquiteturas ou cenários
	Revisão de literatura	Revisão de literatura ou RSL
	Desenvolvimento de tecnologia	Desenvolvimento de soluções, frameworks ou softwares
2	Recursos de hardware	Computadores, smartphones, micro controladores, sensores e outros
	Recursos de software	Aplicações web, aplicações mobile, banco de dados ou Linguagens de programação
3	Avaliações	Coleta e análise de dados em pessoas, simulações ou questionários

2.2 Estratégia de Busca

Para que fosse possível encontrar os estudos desejados nas bases de trabalhos acadêmicos, foi definido primeiramente a *string* de busca a partir da junção das palavras-chave, utilizando termos e seus sinônimos em português e inglês, compondo a seguinte *string*: “((“*ehealth*” OR “Saúde eletrônica” OR “*mhealth*” OR “saúde móvel”) AND (“*internet of things*” OR “Internet das coisas” OR “IoT”) AND (“*heart rate*” OR “frequência cardíaca”))”

Na sequência, foram selecionadas nove fontes de pesquisa de conteúdo acadêmico, nacionais e internacionais, incluindo alguns dos principais eventos e periódicos de informática, sendo: plataformas de bibliotecas digitais - IEEE Xplore, Scopus e ACM DL; anais de eventos – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBCUP), Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) e Congresso Brasileiro de Informática na Saúde (CBIS).

Amparando a seleção de fontes de pesquisa, de acordo com a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS), foram considerados também alguns dos melhores *journals* para publicações na área de informática na saúde (SBIS, 2018). Os periódicos escolhidos apresentam conceitos Qualis de extrato superior segundo as avaliações da CAPES no ano de 2015, sendo eles: *Journal of the American Medical Informatics*



Association (JAMIA), *International Journal of Medical Informatics* (IJMI) e *Journal of Medical Internet Research* (JMIR).

Compondo o último elemento antes que a busca fosse realizada, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão, apresentados na Tabela 1, tendo como objetivo a filtragem e seleção dos trabalhos.

Tabela 1 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
O estudo foi publicado entre 2015 e 2019	O estudo foi publicado em idioma diferente de inglês ou português
A solução desenvolvida utiliza <i>eHealth</i> aliado a IoT, tendo como funções aferir a frequência cardíaca ou detecção de anormalidades cardíacas	O estudo é um resumo, ou relatório técnico, ou apresentação de trabalho, ou sumário de conferência, ou demonstração
O estudo mostra resultados alinhados aos objetivos da pesquisa, sendo, proposta, desenvolvimento ou avaliação de soluções	O trabalho não está disponível para leitura completa devido a cobrança para tal serviço ou algum problema de visualização
-	Estudo realizado em animais

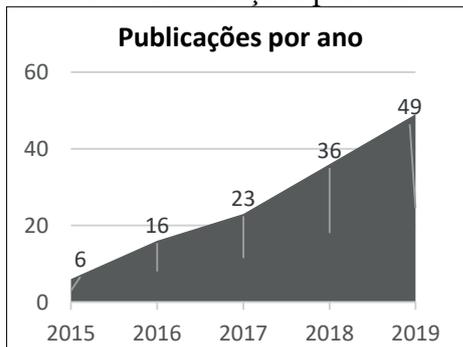
2.3 Condução da RSL

Para iniciar a busca e seleção de trabalhos, o processo foi organizado em três etapas conforme o protocolo de RSL escolhido. Na primeira etapa, foi realizada uma busca utilizando as definições iniciais, aplicando a *string* nas diferentes bases de trabalhos acadêmicos, adaptando-a juntamente com os critérios de acordo com os mecanismos de cada plataforma. Ao final desta etapa foram retornados 130 estudos, os quais permitem identificar uma crescente tendência nos últimos anos em associar a IoT com *eHealth*, demonstrada no Gráfico 1.

Na segunda etapa, foi realizado uma triagem dos estudos mais relevantes, por meio apenas da leitura de seus títulos, resumos e palavras-chave, resultando em 37 estudos. A terceira e última etapa, constou da leitura completa das obras resultantes da segunda etapa, onde novamente foi realizada uma triagem dos artigos, selecionando somente os estudos que atenderam a todas as características e elementos desejados, tendo atenção em especial na resposta as questões de pesquisa. Para todas as etapas foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão.

Após a conclusão das três etapas, foram recuperadas 29 publicações que atenderam as exigências dos elementos deste estudo, excluindo as demais, compondo assim uma base de conhecimento para extração das informações e discussão dos resultados. O Quadro 2 mostra o quantitativo de publicações remanescentes em cada etapa de seleção, bem como os totais ao final de cada. Os anais de eventos da SBCUP não retornaram nenhuma publicação.

Gráfico 1 - Publicações por ano



Quadro 2 - Publicações remanescentes

Fontes de pesquisa	Primeira etapa	Segunda etapa	Terceira etapa
IEEE Xplore	26	14	11
Scopus	36	8	7
ACM DL	44	7	4
CBIE	1	0	0
CBIS	5	3	3
JAMIA	1	1	0
IJMI	9	0	0
JMIR	8	4	4
Totais	130	37	29



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados das publicações selecionadas na RSL, bem como a discussão das suas informações.

3.1 Publicações selecionadas

As publicações resultantes após as etapas de triagem deste estudo são apresentadas na Tabela 2, fazendo posterior referência aos trabalhos por meio de sua identificação (Id). A tabela completa pode ser visualizada pelo *link*: <https://bit.ly/3omPjrB>.

Tabela 2 - Publicações resultantes do estudo

Id	Título	Autores	Ano
1	<i>eSmart: An IoT based Intelligent Health Monitoring and Management System for Mankind</i>	SWAMY, T. J.; MURTHY T. N.	2019
2	<i>AT-Mo: Wireless Data Collection System For Physiology Monitoring of Athlete</i>	TISNA, D. R.; RASYID, M. U. H. A.; SUKARIDHOTO, S.	2019
3	<i>IoT Based eHealth Management System Using Arduino and Google Cloud Firestore</i>	VARSHNEY, HEENA; ALLAHLOH, A. S.; SARFRAZ, M.	2019
4	<i>Seat Integration of RF Vital-Sign Monitoring</i>	HUI, X.; KAN, E.C.	2019
5	<i>E-Health System for The Monitoring, Transmission and Storage of The Arterial Pressure of Chronic-Hypertensive Patients</i>	LÓPEZ, A. et al.	2019
6	<i>Medical data processing and analysis for remote health and activities monitoring</i>	VITABILE, S. et al.	2019
7	<i>Performance evaluation of IoT messaging protocol implementation for e-health systems</i>	ZORKANY, M.; FAHMY, K.; YAHYA, A.	2019
8	<i>A Decade of Internet of Things: Analysis in the Light of Healthcare Applications</i>	DIN, I. U. et al.	2019
9	<i>Telemedicine: An IoT Application For Healthcare systems</i>	MOHAMED, W.; ABDELLATIF, M. M.	2019
10	<i>In-Home Cardiovascular Monitoring System for Heart Failure: Comparative Study</i>	CONN, N. J.; SCHWARZ, K. Q.; BORKHOLDER, D. A.	2019
11	<i>Mobile Phone App-Based Pulmonary Rehabilitation for Chemotherapy-Treated Patients With Advanced Lung Cancer: Pilot Study</i>	PARK, S. et al.	2019
12	<i>Developing an e-Health System Based on IoT, Fog and Cloud Computing</i>	MONTEIRO, K. et al.	2018
13	<i>Portable and Centralised E-Health Record System for Patient Monitoring Using Internet of Things (IoT)</i>	SHANIN, F. et al.	2018
14	<i>Implementation of an IoT Node for Biomedical Applications</i>	BONFANTI, S. B. et al.	2018
15	<i>Heart Rate monitor based on IP networking</i>	MOLINA, M. G. et al.	2018
16	<i>Advances in photoplethysmography signal analysis for biomedical applications</i>	MORAES, J. L. et al.	2018
17	<i>Middleware Architecture for Health Sensors Interoperability</i>	GEORGI, N.; CORVOL, A.; JEANNÈS, R. L. B.	2018
18	<i>Real-time health care monitoring system using IoT</i>	SAMINATHAN, S.; GEETHA, K.	2018
19	<i>Heart Beat Monitoring and GPS Tracking based on Internet of Things</i>	HAMMAMI, A.	2018
20	<i>Using Internet of Vehicle Technology for Decreased Medical Response Times</i>	STEVES, M. et al.	2018
21	<i>OCARIoT – Integrando mHealth e IoT no Enfrentamento da Obesidade Infantil</i>	VASCONCELOS, J. E. F.	2018
22	<i>Nontraditional Electrocardiogram and Algorithms for Inconspicuous In-Home Monitoring: Comparative Study</i>	CONN, N. J.; SCHWARZ, K. Q.; BORKHOLDER, D. A.	2018
23	<i>A Cardiopulmonary Monitoring System for Patient Transport Within Hospitals Using Mobile Internet of Things Technology: Observational Validation Study</i>	LEE J. H. et al.	2018
24	<i>Mobile cloud ECG intelligent monitoring and data processing system</i>	JI, C. et al.	2017
25	<i>A Time-Critical Mobile Application based on ECG Medical Monitoring</i>	DOMAZET, E.; GUSEV, M.; ANTOVSKI, L.	2017
26	<i>A two stages fuzzy logic approach for Internet of Things (IoT) wearable devices</i>	SANTAMARIA, A. F. et al.	2016
27	<i>Smart Healthcare: Basic health check-up and monitoring system for elderly</i>	THADUANGTA, B. et al.	2016
28	<i>Uma Abordagem Para A Transmissão De Sinal Cardíaco Através De Bluetooth E Servidor Em Nuvem</i>	MACHADO, F. M.; BERTOGNA, E. G.; SOVIERZOSKI, M. A.	2016
29	<i>Integração Com Monitores de Beira de Leito Utilizando Health Level 7</i>	MORENO, R. A.; GUTIERREZ, M.	2016



3.2 Extração das informações

De acordo com os *data items* já descritos, foi possível extrair as informações com base nas respostas das questões de pesquisa, discutidas a seguir.

3.2.1 Q1: Que soluções *eHealth*, aliadas a IoT tem sido, já foram propostas ou desenvolvidas com o objetivo de aferir a frequência cardíaca ou detectar anomalias cardíacas?

Essa questão permitiu identificar e conhecer quais as propostas de soluções ou produtos já desenvolvidos, que fizessem a aferição da frequência cardíaca ou reconhecimento de anomalias cardíacas em seres humanos.

Os trabalhos [12], [13], [21] e [25] apresentaram apenas propostas de tecnologias para aferição de sinais vitais remotamente, dentre eles a frequência cardíaca, por meio de variados sensores vestíveis, porém, com intenções futuras de implementação.

Já nos trabalhos [1], [2], [3], [5], [9], [11], [15], [17], [18], [20], [27] e [28] houveram a implementação de tecnologias para o monitoramento dos sinais fisiológicos de pessoas, com ênfase na aferição da frequência cardíaca. Todos esses estudos tiveram o mesmo propósito, além da disponibilidade das informações via internet.

A estratégia utilizada no trabalho [6], foi um estudo de caso com proposta para monitoramento remoto da saúde, por meio de dispositivos vestíveis que poderiam ser utilizados em uma viagem. Já no trabalho [7], de mesma característica que o anterior, foi realizado um estudo comparativo entre protocolos desenvolvidos para IoT, sendo o MQTT e CoAP, com o objetivo de utiliza-los em Internet das Coisas Médicas (IoMT) afim de conseguir bons parâmetros.

Os trabalhos [8] e [16] apresentam uma revisão de literatura com o objetivo de apresentar os estudos propostos ou implementados utilizando a temática de IoMT, suas contribuições e desafios. Nestes estudos, algumas características em comum foram identificadas, como monitoramento da saúde remota e análise cardíaca para reconhecimento de possíveis doenças.

Na sequência, são apresentados os trabalhos que tiveram características particulares na construção e desenvolvimento de protótipos para *eHealth* aliada a IoT.

No trabalho [4], foi demonstrado um sistema de sensoriamento coerente de campo próximo (NCS) integrado na estrutura de um assento totalmente invisível ao usuário, para monitorar alguns sinais vitais como batimentos cardíacos, respiração, pulsos femorais e pressão sanguínea. O sistema NCS conta com sensores que não precisam de contato direto com a pele da pessoa, usando assim, tecnologia dotada de antena com transmissor e receptor de rádio frequência para emitir e receber as informações dos sinais vitais, proposta especialmente construída para motoristas de veículos.

O estudo [10] contempla a criação e implementação completa de um assento sanitário com sistema de monitoramento cardiovascular, permitindo monitorar os dados fisiológicos como: pressão arterial, *stroke* volume, frequência cardíaca, duração QRS e oxigenação sanguínea, de modo que não altere a rotina do usuário, garantindo assim a sua adesão total. Complementando este estudo, no trabalho [22] de mesma autoria, foi desenvolvido um algoritmo para rejeição de ruídos em ECG, aumentando a qualidade do sinal obtido com os sensores do assento sanitário. No trabalho [14], foi planejado e implementado um nó IoT com *hardware* aberto, afim de coletar dados clínicos e detectar fibrilação atrial por meio de ECG, transmitindo e armazenando as informações para a nuvem.

A análise do trabalho [19] demonstrou uma solução que monitora a frequência cardíaca de um indivíduo e caso seja detectada alguma anomalia na sua frequência

cardíaca é imediatamente informado as coordenadas de sua posição atual a uma ambulância, permitindo que o paciente possa ser levado ao hospital rapidamente. O trabalho [23] determinou a viabilidade da detecção do sinal vital em pacientes durante o transporte intra-hospitalar, usando um dispositivo portátil e aplicativo móvel desenvolvido pelos autores. Um alarme é enviado aos médicos em caso de saturação de oxigênio abaixo de 90%, frequência cardíaca acima de 140 ou abaixo de 60 batimentos por minuto (bpm).

No trabalho [24], foi desenvolvido um colete de ECG vestível para monitoramento do coração, baseado em nuvem pode capturar visualmente o sinal de ECG da situação repentina, o que pode reduzir a probabilidade de ocorrência de morte por ataque cardíaco. Imagens e dados de detecção de ECG em tempo real apresentados na plataforma de rede de sincronização em nuvem eliminam o ambiente médico básico e custo da viagem, melhorando significativamente a eficiência da inspeção. O trabalho [26] apresenta o desenvolvimento de um dispositivo inteligente vestível capaz de reconhecer as atividades físicas dos usuários por meio de sensores como de frequência cardíaca e temperatura, emitindo avisos quando encontrar alguma discrepância nessas informações. A solução tem o propósito de capturar dados sobre a performance esportiva de atletas e ser uma opção de baixo custo as soluções de mercado. No trabalho [29], foi desenvolvido uma solução de *software* protótipo, para integração de monitores beira de leito hospitalares, do tipo *BeneView T5*. Com a solução é possível ter uma visão mais abrangente dos dados dos pacientes auxiliando a documentação. No Gráfico 2, são apresentados a porcentagem de trabalhos de acordo com seu tipo, estando em conformidade com os *data items*.

Gráfico 2 - Porcentagem de trabalhos



3.2.2 Q2: Quais as tecnologias de *hardware* e *software* foram empregadas nessas soluções?

Essa questão possibilitou identificar quais as tecnologias de *hardware* e *software* foram utilizadas ou apenas apresentadas nos trabalhos.

Para os *softwares*, a situação é a seguinte: Nos trabalhos [5], [11], [17], [19], [21], [22], [25], [26], [27] e [29] foram desenvolvidos aplicativos específicos para as funções desejadas. No trabalho [7], foram utilizados os *softwares* *Mosquitto*, *LibCoAP*, *Wanem* e *Wireshark*, para gerenciamento e análise de tráfego. Os trabalhos [2], [13], utilizaram os *softwares* *Thingspeak* e *IoTplatform* para gerenciamento e armazenamento das informações dos sensores.

O trabalho [3] utilizou o *Google Firebase* para armazenar as informações obtidas com o sensor e algoritmos do *MATLAB* para inspeção do sinal de ECG, sendo este último, utilizado para mesma finalidade no trabalho [14].



Ainda na questão dos *softwares* utilizados, no trabalho [18] foram escolhidos quatro algoritmos para se utilizar na predição de doenças cardíacas, sendo: *Random forest*, *KNN*, *Logistic* e *Naive bayes*.

Nos demais estudos não foram especificados os *softwares* utilizados. Na questão dos *hardwares*, constatou-se a forte presença de micro controladores, sensores e módulos de rede do tipo abertos (*open hardwares*), característica que permite seu uso livre e possibilidade de modificações. Na Tabela 3 são exibidos os trabalhos e seus respectivos *hardwares*.

Tabela 3 - Hardwares utilizados nos trabalhos

Hardware	Trabalhos
Placa de prototipagem Arduino	[1], [2], [3], [5], [8], [9], [12], [13], [15], [16], [19], [26], [27] e [28]
Placa de prototipagem ESP8266 / Wi-Fi	[2], [3], [9], [10], [13] e [20]
Raspberry Pi	[12], [18] e [20]
Outros micro controladores	[10] e [14]
Módulo <i>bluetooth</i>	[1], [5], [6], [8], [9], [14], [17], [21] e [23]
Módulo GSM/LTE	[5], [9], [19], [23] e [24]
Módulo GPS	[13], [19] e [20]
Ethernet para Arduino	[3], [15] e [27]
Módulo RFID	[13]
Sensor de frequência cardíaca / oxímetro	[2], [5], [8], [9], [10], [11], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [23], [24], [26] e [27]
Sensor de temperatura	[8], [10], [11], [17], [18], [20], [26] e [27]
Sensor de pressão sanguínea	[4], [5], [10] e [27]
Sensor de ECG	[3], [8], [10], [13], [14], [20], [22], [24], [25] e [28]
Cinta peitoral proprietária	[6], [8] e [23]
Smartphone	[5], [12], [17], [21], [23] e [25]
Outros não especificados	[4], [8], [10], [20], [21], [22], [26] e [28]

Para os módulos de rede, sendo o *hardware* que possibilita a comunicação em rede de dados, foram utilizadas diferentes tecnologias, como *Wi-Fi*, *bluetooth*, GSM¹ e LTE², caracterizando a presença da IoT nas soluções. Nos Gráficos 3 e 4, são apresentados os tipos de *hardwares* com o quantitativo de trabalhos que empregaram micro controladores e sensores, respectivamente.

Gráfico 3 - Tipos de micro controladores

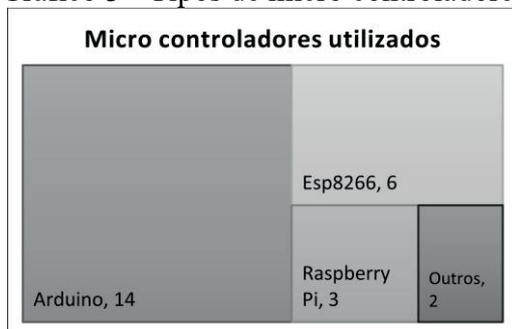
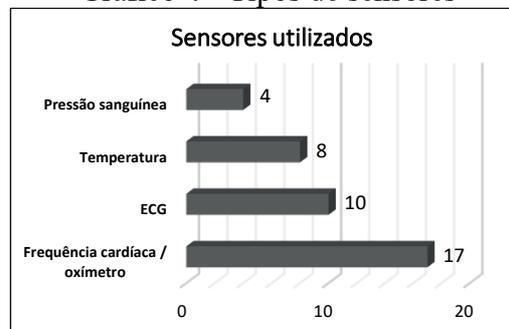


Gráfico 4 - Tipos de sensores



¹ Global System for Mobile Communications, ou Sistema Global para Comunicações Móveis.

² Long Term Evolution, ou Evolução de Longo Prazo.



3.2.3 Q3: De que forma essas soluções estão sendo avaliadas?

Essa questão objetiva apresentar as informações de como e de que forma as soluções ou produtos encontrados foram avaliados e testados, bem como seus resultados.

No trabalho [5], o protótipo foi validado em pacientes, contudo, não foi informado a quantidade de pessoas envolvidas. Contudo, o protótipo se mostrou funcional e confiável, amparando a tomada de decisão médica.

No estudo [10], a solução desenvolvida foi avaliada em 111 pacientes de duas instituições: Instituto de Tecnologia Rochester e Centro médico da Universidade Rochester, instituições onde os autores trabalham/estudam. As pessoas foram orientadas a não urinarem, não defecarem ou falarem enquanto eram monitoradas pelo assento, pois tais ações alteram os resultados, apontado pelos autores como uma limitação, sugerindo correção por algoritmo em trabalho futuro. Os resultados demonstraram a mesma precisão de tecnologia padrão ouro, com uma leve margem de erro, praticamente desprezível.

O estudo [11] realizou a avaliação com 100 pacientes em estágio avançado de câncer de pulmão, onde as pessoas precisaram utilizar o aplicativo no smartphone conectado a um oxímetro de pulso enquanto faziam exercícios moderados acompanhados por profissional capacitado. Houve também a coleta de dados por meio de questionários. Os resultados mostraram que a solução de monitoramento remoto funcionou perfeitamente. Além disso, os 90 pacientes que completaram o estudo, pela prática de atividade física, tiveram um índice de massa corporal basal mais alto e melhor desempenho que os 10 pacientes que desistiram, considerando também uma melhora na depressão.

No estudo [14], foi realizado testes do dispositivo desenvolvido de monitoramento de ECG com pacientes afetados por fibrilação atrial e outras doenças cardíacas, porém o número total de pacientes não foi informado. O estudo mostra que o sistema proposto apresenta confiabilidade dos dados obtidos e eficiência no algoritmo.

O estudo [22], complementar ao [10], avaliou o algoritmo desenvolvido com 29 pacientes de insuficiência cardíaca, o qual demonstrou com sucesso os sinais capturados por meio das nádegas dos pacientes, filtrando-os para haver maior precisão e baixo ruído.

No trabalho [23], foram realizados experimentos da tecnologia desenvolvida em 23 pessoas durante seu transporte intra-hospitalar para o *Asan Medical Center* em Seoul, Coreia do Sul. Foram medidos a saturação de oxigênio e pulsação em tempo real usando dois dispositivos vestíveis (*Nonin* e *Price-100H wrist oxímetro*), onde os dispositivos coletaram a frequência cardíaca e oxigenação, enviando-as por *bluetooth* para um *App* no *smartphone* que por sua vez enviou a nuvem via rede LTE. A solução mostrou que pode detectar sinais de risco dos pacientes e enviá-los em tempo real para os profissionais de saúde e garantir assim a segurança do paciente.

Na avaliação do estudo [24], foram efetuados quatro testes para verificar a viabilidade e eficiência dos algoritmos *Skyline* e KNN para a detecção de anomalias no sinal cardíaco. Após obter os dados dos sensores o sistema proposto envia para a nuvem onde é processado e analisado, demonstrando resultados satisfatórios em relação a confiabilidade das informações.

O trabalho [26], foi avaliado em um conjunto de pessoas compostas por jovens em bom estado de saúde, sem maiores detalhes. O mecanismo de reconhecimento de atividade física é baseado em um classificador de dois estágios que usa a abordagem lógica difusa. Os resultados mostram que o produto desenvolvido pode reconhecer as atividades básicas do usuário e avisá-lo se algo der errado na sua frequência cardíaca.

No trabalho [27], a avaliação constou de entrevista qualitativa com três médicos quanto a opinião sobre o sistema desenvolvido e pesquisa quantitativa utilizando um

modelo de aceitação de tecnologia para medir a aceitação de 30 idosos entre 60 e 80 anos. O resultado apontou que os idosos perceberam a utilidade do sistema e estavam dispostos a utilizarem caso não fosse complicado devido ao acréscimo de novas tecnologias.

O trabalho [29] foi avaliado no Instituto InCor do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Para os testes, foram utilizados uma Central e um monitor que realiza a integração por meio de duas interações: Cadastramento dos pacientes nos leitos e armazenamento das observações de interesse em banco de dados. A solução de baixo custo desenvolvida centraliza as informações em um único software e pode trazer maior agilidade para a intervenção médica se necessário.

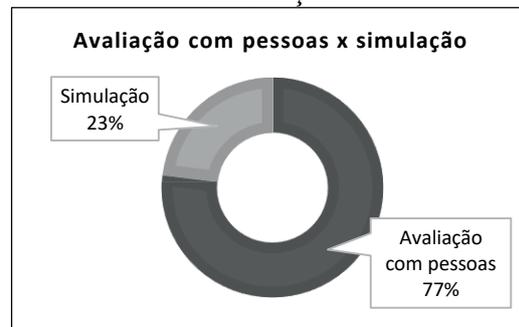
Nos trabalhos [3], [28] e [7] não foram realizados testes em seres humanos, e sim a utilização de simuladores. Nos dois primeiros estudos, foram utilizados geradores de sinais de ECG. Para análise, utilizou-se osciloscópios para comparar o sinal obtido com o sinal transmitido, mostrando resultados muito próximos e confiáveis. No último estudo, foi avaliado os parâmetros capacidade, eficiência e atraso nas mensagens sobre os protocolos MQTT e CoAP, também, por meio de simulação, usando o *Mosquitto* e *softwares* para monitoramento como o *Wanem* e *Wireshark*. O estudo revelou que o CoAP apresentou atraso nas mensagens, considerando assim o MQTT mais adequado para projetar e implementar o *eHealth* sobre IoT.

Nos trabalhos com apenas propostas de solução ou tecnologia, bem como os demais trabalhos de desenvolvimento não mencionados nesta subseção, não foram realizadas avaliações ou não foram apresentadas. Nos Gráficos 5 e 6 são apresentados o comparativo de trabalhos avaliados *versus* não avaliados e o comparativo de trabalhos que utilizaram avaliação com pessoas *versus* simulação, respectivamente.

Gráfico 5 - Avaliados x não avaliados



Gráfico 6 - Avaliação com pessoas x simulação



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de tecnologias eletrônicas voltadas para a área da saúde tem sido amplamente discutido e relacionado com a IoT, demonstrando um forte interesse em associar essas temáticas nos últimos anos. Nesse contexto, este estudo teve foco em conhecer tais tecnologias, seus desenvolvimentos, implementações e formas de avaliação, afim de identificar as possibilidades de aplicação em ambiente de ensino. Para isso, foi realizada esta RSL sobre algumas das principais bases de pesquisa científica, bem como em alguns dos melhores periódicos de informática na saúde segundo a SBIS (2018), ao qual de um total de 130 publicações acerca do tema resultaram 29 após as etapas de seleção.

Com base nas respostas das questões de pesquisa, identificou-se que na maioria dos trabalhos foram desenvolvidas tecnologias empregando variados micro controladores, em predominância o Arduino, e sensores diversos para a coleta de sinais vitais, ganhando destaque o sensor de frequência cardíaca. Em todos os trabalhos, pode-



se constatar o uso de alguma forma de comunicação em rede de dados para o monitoramento remoto dos sinais vitais de usuários ou pacientes, seja por *bluetooth*, wi-fi ou GSM, caracterizando assim os conceitos da IoT.

Na maioria dos estudos, as tecnologias criadas tiveram o objetivo de atender as demandas de monitoramento cardíaco, como frequência cardíaca e ECG, afim de propor sistemas de baixo custo e de usabilidade diária, fora do ambiente clínico ou hospitalar. Estas características possibilitam que tecnologias similares sejam utilizadas em ambiente de ensino, como em aulas de educação física por exemplo, permitindo monitorar alunos enquanto praticam atividades físicas, tendo como justificativa de seu uso, demonstrar a importância dos exercícios físicos para a saúde e como sua prática influência nos sinais vitais. Outros benefícios também são apontados, como conhecer os limites físicos de cada aluno, sua frequência cardíaca máxima e a identificação de possíveis doenças. Na maior parte dos trabalhos de desenvolvimento, houveram avaliações com seres humanos, formalizadas pelos comitês de ética e consentidas pelos participantes. Entretanto, em 43% dos trabalhos não houve avaliação, onde não foi possível certificar a eficácia das soluções.

Como trabalho futuro, já que este estudo possibilitou conhecer as tecnologias e carências atuais das temáticas, pretende-se desenvolver uma solução *eHealth* associada a IoT, que faça o monitoramento da frequência cardíaca de alunos no ambiente escolar, com o objetivo de atender um grande grupo de forma simultânea, necessidade identificada e não explorada até o momento.

Referências Bibliográficas

EYSENBACH G. What is e-health? **Journal of Medical Internet Research** 2001;3(2):e20 Disponível em <https://www.jmir.org/2001/2/e20>. Acesso em 15 Mar 2020. DOI: 10.2196/jmir.3.2. e20.

GUILLÉN E., SÁNCHEZ J., RAMÍREZ López L. IoT Protocol Model on Healthcare Monitoring. Em: Torres I., Bustamante J., Sierra D. (eds) **VII Latin American Congress on Biomedical Engineering** CLAIB 2016, Bucaramanga, Santander, Colombia, 2016. IFMBE Proceedings, vol 60. Springer, Singapore.

KITCHENHAM, B. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. **EBSE Technical Report**. Durham: University of Durham. 2007.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(TR/SE-0401):28, 2004.

MIOTTO, André Luiz; SCOLARO, Geovani Rodrigo. Sistema Computacional Wireless para o Monitoramento da Atividade Cardíaca Durante a Prática Esportiva. In: **Circuito Regional do XXVI Seminário de Iniciação Científica. E, XIII Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2020, Joçaba. Anais. Joçaba: Universidade do Oeste de Santa Catarina/Editora Unoesc, 2020.

SBIS. Melhores Periódicos para Publicação em Informática em Saúde. Sociedade Brasileira de Informática em Saúde. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/formacao-pesquisa-is>>. Acesso em 12 Fev 2020.

STEVENS, Bryce et al. The Economic Burden of Heart Conditions in Brazil. **Arq. Bras. Cardiol.**, São Paulo, v. 111, n. 1, p. 29-36, Jul 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2018001300029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 11 Mar 2020.